

**ANALISIS SEISMISITAS DAN PERIODE ULANG GEMPABUMI
DI KEPULAUAN MENTAWAI MENGGUNAKAN METODE
*GUTENBERG-RICHTER***



DENDY OKTAMA

NIM.17034097/2017

PROGRAM STUDI FISIKA

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2022

**ANALISIS SEISMISITAS DAN PERIODE ULANG GEMPABUMI
DI KEPULAUAN MENTAWAI MENGGUNAKAN METODE
*GUTENBERG-RICHTER***

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar
Sarjana Sains*



OLEH

DENDY OKTAMA

NIM.17034097/2017

PROGRAM STUDI FISIKA

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2022

PERSETUJUAN SKRIPSI

**ANALISIS SEISMISITAS DAN PERIODE ULANG GEMPABUMI
DI KEPULAUAN MENTAWAI MENGGUNAKAN METODE
*GUTENBERG-RICHTER***

Nama : Dendy Oktama
NIM : 17034097
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Februari 2022

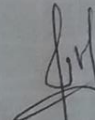
Mengetahui
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Ratnawulan, M.Si
NIP. 196901201993032002

Disetujui Oleh:

Pembimbing



Syafriani, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP.197403051998022001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

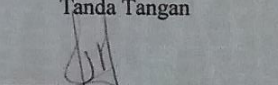
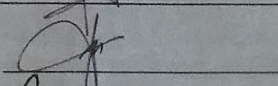
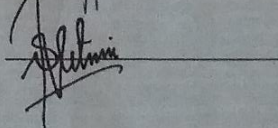
Nama : Dendy Oktama
NIM : 17034097
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**ANALISIS SEISMISITAS DAN PERIODE ULANG GEMPABUMI
DI KEPULAUAN MENTAWAI MENGGUNAKAN METODE
*GUTENBERG-RICHTER***

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

Padang, Februari 2022

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Syafriani, S.Si., M.Si., Ph.D	
Anggota	: Dr. Ahmad Fauzi, M.Si	
Anggota	: Drs. Letmi Dwiridal, M.Si	

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dendy Oktama
NIM/TM : 17034097/2017
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : FMIPA

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul "Analisis Seismisitas dan Periode Ulang Gempa Bumi di Kepulauan Mentawai Menggunakan Metode *Gutenberg-Richter*" adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi UNP maupun dimasyarakat dan hukum Negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Saya yang menyatakan,



Dendy Oktama
NIM.17034097

HALAMAN PERSEMBAHAN

Paling utama sekali, puji syukur kepada Allah SWT. atas rahmat dan karunia yang telah Engkau berikan sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini. Dan Engkau yang telah memberikan kesehatan, kekuatan serta keberanian dalam diri ini untuk melalui semua halangan dan rintangan dalam proses pembuatan skripsi sampai akhirnya terselesaikan dengan baik. Tidak lupa pula sholawat dan salam selalu terlimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW.

Terimakasih kepada kedua orangtua; papa, mama dan adik-adik serta keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan dan semangat serta mendoakan agar selesainya skripsi ini. Dan terimakasih telah memberikan jalan dan arah yang terbaik untuk apapun yang saya lakukan.

Terimakasih kepada sahabat dan teman-teman penelitian Seismik yang selalu mendukung dan membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Terimakasih kepada tim Seismik; Adya Mustika Sari, Miftahul Rizqa, Risa Syaputri, Vicky Vickrotu Zakiyah, Matias Adam Canny dan Shinta Maharani Putri. Semoga kita sama-sama sukses untuk kedepannya.

Terimakasih kepada sahabat dan teman-teman seperjuangan; Jeremi Novriando, Ismathul Dinny, Ririn Febrianti, Suchi Ramadhani Putri, Nazein dan lainnya yang selalu mendukung dan membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga kita sama-sama sukses untuk kedepannya.

**ANALYSIS OF SEISMICITY AND EARTHQUAKE RETURN
PERIOD IN THE MENTAWAI ISLANDS USING THE
GUTENBERG-RICHTER METHOD**

Dendy Oktama

ABSTRACT

Sumatra Island is an island that has high tectonic activity. One of the areas, namely the Mentawai Islands, is very prone to earthquakes. The Mentawai Islands are an area that is prone to earthquakes and is an area that has very high seismic activity.. Based on the earthquake that occurred, it can be estimated the possibility of a return period of the earthquake causing damage, to minimize the negative impact of the earthquake obtained by knowing the local tectonic stress conditions and the parameter values of earthquake activity. The aim is to determine the seismotectonic parameters of the b-value and a-value, and to determine the return period of the earthquake in the Mentawai Islands.

In determining seismotectonic parameters and earthquake return periods in the Mentawai Islands, the data used was obtained from the USGS (United State Geological Service) seismological data portal. The magnitude used is $M \geq 5$ SR with a depth of $10 \leq h \leq 100$ km for the period 1934-2020. The level of earthquake activity was calculated using the Likelihood method, while the value of the earthquake return period was calculated using the Gutenberg-Richter method.

Analysis of seismicity and earthquake return periods were carried out in the Mentawai Islands area. Based on the calculation results, the b-value is 0.85526 and a-value is 6.98573 and the seismicity index value for magnitude 5-8 ranges from 3.02413-0.00822. This indicates that the research area has a high level of seismic activity. For magnitude 5-8, the return period value is between 0.33067-121.6545 years. Earthquake frequency relationship based on magnitude means that the occurrence of large-scale earthquakes will be less frequent so that the return period that will occur will be longer, and vice versa if the occurrence of earthquakes is on a small scale, the frequency of occurrence will be more so that the return period that will occur will be shorter. It can be concluded that the Mentawai Islands have a high level of seismicity and are prone to earthquakes. This is evidenced by the high level of earthquake activity and the value of a short return period.

Keywords: Earthquake, Mentawai Islands, Seismicity, The Gutenberg-Richter method

ANALISIS SEISMISITAS DAN PERIODE ULANG GEMPABUMI DI KEPULAUAN MENTAWAI MENGGUNAKAN METODE *GUTENBERG-RICHTER*

Dendy Oktama

ABSTRAK

Pulau Sumatera merupakan pulau yang mempunyai aktivitas tektonik yang tinggi. Salah satu wilayahnya yaitu, Kepulauan Mentawai yang rawan sekali terjadinya gempabumi. Kepulauan Mentawai merupakan wilayah yang rawan terhadap bencana gempabumi dan merupakan wilayah yang memiliki aktivitas kegempaan yang sangat tinggi. Berdasarkan hal tersebut dapat dilakukan estimasi kemungkinan periode ulang gempabumi yang menimbulkan kerusakan, sehingga dapat memperkecil dampak negatif dari gempabumi yang diperoleh dengan mengetahui kondisi stress lokal tektonik dan nilai parameter keaktifan gempabumi. Tujuannya untuk menentukan parameter seismotektonik nilai b dan nilai a , serta mengetahui periode ulang gempabumi di Kepulauan Mentawai tersebut.

Dalam menentukan parameter seismotektonik dan periode ulang gempabumi di Kepulauan Mentawai, data yang digunakan diperoleh dari portal data seismologi USGS (*United State Geological Service*). Magnitudo yang dipakai $M \geq 5$ SR dengan kedalaman $10 \leq h \leq 100$ km untuk periode 1934-2020. Tingkat keaktifan gempabumi dihitung dengan menggunakan metode Likelihood, sedangkan nilai periode ulang gempa dihitung dengan menggunakan metode Gutenberg-Richter.

Analisis seismisitas dan periode ulang gempabumi dilakukan pada daerah Kepulauan Mentawai. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai b sebesar 0,85526 dan nilai a sebesar 6,98573 serta nilai indeks seismisitas untuk magnitudo 5-8 berkisar antara 3,02413-0,00822. Hal ini menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki tingkat keaktifan kegempaan yang tinggi. Magnitudo 5-8 diperoleh nilai periode ulang antara 0,33067-121,6545 tahun. Hubungan frekuensi gempabumi berdasarkan magnitudo bahwa kejadian gempabumi dengan skala besar akan semakin sedikit frekuensinya sehingga periode ulang yang akan terjadi akan semakin lama, begitu sebaliknya jika kejadian gempabumi dalam skala kecil maka frekuensi kejadian nya akan semakin banyak sehingga periode ulang yang akan terjadi akan semakin pendek. Dapat disimpulkan bahwa Kepulauan Mentawai memiliki tingkat seismisitas tinggi dan rawan bencana gempabumi. Hal ini dibuktikan dengan tingginya tingkat keaktifan gempa dan nilai periode ulang yang singkat.

Kata Kunci: Gempabumi, Kepulauan Mentawai, Seismisitas, Metode Gutenberg-Richter

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Seismisitas dan Periode Ulang Gempabumi di Kepulauan Mentawai Menggunakan Metode *Gutenberg-Richter*”.

Penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik bantuan secara moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Syafriani, S.Si., M. Si, Ph. D., selaku Pembimbing dan sekaligus ketua Prodi Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang, yang telah meluangkan waktu, pikiran, saran dan tenaga serta kesabarannya untuk membimbing penulis dalam kegiatan penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Ahmad Fauzi, M.Si. dan Bapak Drs. Letmi Dwiridal, M.Si., selaku Penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan saran kepada penulis.
3. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan M. Si selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
4. Staf Pengajar dan Karyawan Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.

5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna, meskipun penulis sudah melakukan usaha terbaik untuk menjadikan skripsi ini lebih baik. Oleh karena itu penulis mengharapkan masukan, kritikan, dan saran yang dapat membantu untuk menjadikan skripsi ini lebih baik

Padang, Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II KERANGKA TEORITIS.....	7
A. Tektonik Sumatera	7
B. Tatanan Tektonik Kepulauan Mentawai	10
C. Gempabumi	14
D. Gelombang Seismik	21
E. Persamaan Hubungan <i>Gutenberg-Richter</i>	23
F. Indeks Seismisitas	26
G. Penelitian – Penelitian yang Relevan	28
H. Kerangka Berpikir	29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	30
A. Jenis Penelitian.....	30
B. Variabel Penelitian.....	30
C. Instrumen Penelitian.....	30
D. Data Penelitian.....	30
E. Teknik Pengumpulan Data.....	31
F. Teknik Pengolahan Data.....	31
G. Teknik Interpretasi Data.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
A. Hasil.....	34
B. Pembahasan.....	41
BAB V PENUTUP.....	47
A. Kesimpulan.....	47
B. Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lempeng tektonik indonesia	7
(sumber : <i>www.bmkg.go.id</i>)	7
Gambar 2. Bentuk patahan lempeng zona subduksi pulau sumatera	8
Gambar 3. Sumber gempabumi di zona subduksi pulau sumatera	10
Gambar 4. Tipe pergerakan sesar gempabumi	12
Gambar 5. (a) Gambaran gelombang rayleigh dan (b) Love	22
Gambar 6. Peta seismisitas daerah sekitar Kepulauan Mentawai (Data periode 1934 - 2020).	35
Gambar 7. Penampang kedalaman gempa di bagian utara dan selatan.....	36
Gambar 8. Grafik Hubungan Frekuensi Gempabumi Terhadap Magnitudo.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Frekuensi Gempabumi Berdasarkan Interval Magnitudo	32
Tabel 2. Hasil Pengolahan Data Frekuensi Gempabumi Berdasarkan Magnitudo Dengan Metode Gutenberg-Richter	37
Tabel 3. Hasil Indeks Seismisitas Gempabumi.....	38
Tabel 4 Hasil Periode Ulang Gempabumi	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data gempabumi yang diunduh dari situs USGS	53
Lampiran 2. Data gempabumi Kepulauan Mentawai periode 1934-2020 yang telah difilter	53
Lampiran 3. Pengolahan nilai b dan nilai a dengan metode Gutenberg-Richter	69
Lampiran 4. Pengolahan Indeks Seismisitas	72
Lampiran 5. Pengolahan periode ulang gempabumi	73

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan daerah tektonik aktif yang disebabkan oleh pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu lempeng Eurasia yang bergerak ke arah tenggara, lempeng Indo-Australia ke arah utara dan lempeng Pasifik ke arah barat (Rohadi et al., 2012). Oleh karena itu wilayah Kepulauan Indonesia menjadi wilayah yang rawan terhadap gempa bumi tektonik.

Wilayah di Kepulauan Indonesia yang memiliki tingkat aktivitas gempa yang tinggi, yaitu wilayah Sumatera Barat. Wilayah Sumatera berada pada pertemuan dua lempeng, yaitu lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia yang menyebabkan wilayah Sumatera Barat sangat rawan terhadap bencana gempa bumi. Akibat dari pertemuan lempeng ini terbentuk tiga zona yang menjadi sumber gempa bumi yaitu zona Sesar Sumatera, zona Sesar Mentawai dan zona subduksi (Sunarjo, dkk., 2010).

Wilayah Sumatera Barat yang memiliki aktivitas gempa yang tinggi adalah Kepulauan Mentawai. Kepulauan Mentawai merupakan wilayah yang rawan terhadap bencana gempa bumi dan merupakan wilayah yang memiliki aktivitas kegempaan yang sangat tinggi. Kepulauan Mentawai terdapat tiga segmen yaitu segmen Siberut, segmen Pagai dan segmen Sipora. Berdasarkan data BMKG tanggal 25 Oktober 2010 telah terjadi gempa bumi di segmen Mentawai dengan kekuatan 7.2 SR kedalaman 10

km tepatnya pada posisi kurang lebih 78 km Barat Daya Pagai Selatan, Mentawai-Sumatera Barat. Gempabumi ini membangkitkan tsunami dan menimbulkan kerusakan berat di beberapa wilayah. Serta di selatan khatulistiwa gempabumi besar pernah terjadi tahun 1833 (Mw 8.9) dan pada tahun 1797 (Mw 8.3-8.7). Kedua gempabumi ini membangkitkan tsunami besar di Mentawai, menyebabkan lebih dari 448 korban jiwa dan lebih dari 56 orang hilang (BPBD Sumbar dalam Setyonegoro, dkk, 2012).

Proses yang menyebabkan terjadinya gempabumi besar dan merusak di suatu wilayah perlu dipahami. Berdasarkan hal tersebut kita dapat mengestimasi kemungkinan periode ulang gempabumi yang menimbulkan kerusakan, sehingga dapat memperkecil dampak negatif dari gempabumi yang diperoleh dengan mengetahui kondisi stress lokal tektonik dan nilai parameter keaktifan gempabumi. Metode untuk menghitung periode ulang gempabumi ada beberapa seperti Metode *Least Square*, Metode Likelihood, Metode *Gutenberg-Richter* dan sebagainya. Masing-masing metode tersebut sama-sama menggunakan prinsip hubungan frekuensi dan magnitudo. Metode *Gutenberg-Richter* dapat diketahui secara kuantitatif tingkat keaktifan gempabumi yang terdiri dari nilai a dan nilai b , indeks seismisitas, tingkat resiko gempa atau probabilitas dan periode ulang untuk magnitudo tertentu di suatu daerah.

Nilai a dapat menggambarkan tingkat aktivitas kegempaan/seismisitas di suatu wilayah, sedangkan nilai b menyatakan kondisi tektonik yang berkaitan dengan stress

batuan di suatu wilayah. Secara spasial parameter seismotektonik (nilai a) rendah berarti memiliki aktivitas kegempaan yang rendah dan mengindikasikan adanya akumulasi energi (*asperity*), sebaliknya untuk nilai a yang tinggi. Sedangkan spasial nilai b tinggi berasosiasi dengan kondisi stress batuan yang rendah. Nilai b tinggi memiliki kondisi medium heterogenitas tinggi, akan tetapi nilai b rendah berkorelasi dengan kondisi stress batuan yang tinggi dan memiliki medium heterogenitas rendah. Suatu wilayah dengan kondisi stress batuan tinggi memiliki nilai b sebesar 0,4-0,9, sementara pada kondisi stress batuan yang rendah nilai b sekitar $> 1,2$.

Chasanah (2013) melakukan penelitian untuk menganalisis seismisitas dan periode ulang gempa bumi di Sumatera Barat pada periode 1961-2010. Metode yang digunakan dalam penelitiannya adalah metode Gutenberg-Richter. Hasil analisis didapatkan nilai a sebesar 6,218 dan nilai b sebesar 0,666, serta indeks seismisitas untuk magnitudo 5-9 SR yaitu antara 10,142-0,022. Periode ulang gempa bumi untuk rentang magnitudo 5-9 SR adalah berkisar antara 0,099-45,302 tahun atau setara dengan 36-16,535 hari. Budiman, dkk., (2011) melakukan penelitian tentang analisis periode ulang dan aktivitas kegempaan pada daerah Sumatera Barat dan sekitarnya dengan menggunakan metode Likelihood. Hasil penelitian dihasilkan nilai b antara 0,94-1,0 dan nilai a sekitar 6,7-7,13, sedangkan dari perhitungan periode ulang untuk magnitudo 5,0-6,5 SR memadai dijadikan acuan dalam memperkirakan perulangan gempa, tapi untuk magnitudo lebih besar dari 6,5 SR diperkirakan tidak akan terjadi.

Berdasarkan penelitian sebelumnya Chasanah (2013) melakukan penelitian di Sumatera Barat yang menghitung nilai a nilai b , indeks seismisitas serta periode ulang gempa. Budiman, dkk., (2011) melakukan penelitian di Sumatera Barat dan sekitarnya dengan menggunakan metode likelihood dengan membagi daerah menjadi 4 bagian. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung nilai a , nilai b , indeks seismisitas serta periode ulang gempa pada masing-masing daerah. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis tingkat seismisitas dan periode ulang gempabumi di Kepulauan Mentawai dengan menggunakan metode *Gutenberg-Richter*.

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini mencakup, sebagai berikut :

1. Sumatera Barat khususnya Kepulauan Mentawai merupakan daerah yang rawan terhadap bencana gempabumi, karena berada pada pertemuan dua lempeng, yaitu lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia
2. Adanya estimasi periode ulang gempabumi yang menimbulkan kerusakan, dengan mengetahui kondisi stress lokal tektonik dan nilai parameter keaktifan gempabumi
3. Perlunya dilakukan analisis seismisitas dan periode ulang gempabumi di Kepulauan Mentawai 1934-2020 dengan menggunakan metode *Gutenberg-Richter*.

C. Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis membatasi masalah yang akan dibahas, sebagai berikut :

1. Perhitungan nilai b , nilai a dan prediksi periode ulang gempa bumi tektonik dilakukan dengan menggunakan metode Gutenberg-Richter.
2. Data yang digunakan adalah data gempa bumi di Kepulauan Mentawai pada koordinat 1.8° LU- 3.5° LS dan 97.5° BT - 104° BT.
3. Data yang digunakan diperoleh dari portal data seismologi USGS (*United State Geological Service*) dan *International Seismological Center* (ISC) selama kurun waktu 1934-2020 dengan kekuatan gempa bumi $M \geq 5$ SR dengan kedalaman $10 \leq h \leq 100$ km.

D. Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang mendasari penelitian ini berdasarkan latar belakang tersebut, yaitu :

1. Bagaimana parameter seismotektonik nilai b dan nilai a menggunakan metode *Gutenberg-Richter* ?
2. Bagaimana periode ulang gempa bumi di Kepulauan Mentawai periode 1934-2020 ?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan parameter seismotektonik nilai b dan nilai a menggunakan metode *Gutenberg-Richter*.
2. Menganalisis periode ulang gempa bumi di Kepulauan Mentawai periode 1934-2020 melalui hubungan frekuensi kejadian gempa bumi dan magnitudo.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu sebagai berikut :

1. Memberikan gambaran tingkat aktivitas gempa tektonik secara kuantitatif di wilayah Kepulauan Mentawai
2. Sebagai informasi awal kepada pemerintah maupun masyarakat sebagai studi awal dalam mitigasi bencana gempa bumi di daerah Kepulauan Mentawai, sehingga dapat meminimalisir tingkat kerusakan akibat gempa bumi
3. Sebagai syarat untuk memenuhi mata kuliah Skripsi